

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-267211  
(43)Date of publication of application :22.09.1994

AA

(51)Int.Cl. G11B 21/10  
G11B 21/08

(21)Application number : 05-055767  
(22)Date of filing : 16.03.1993

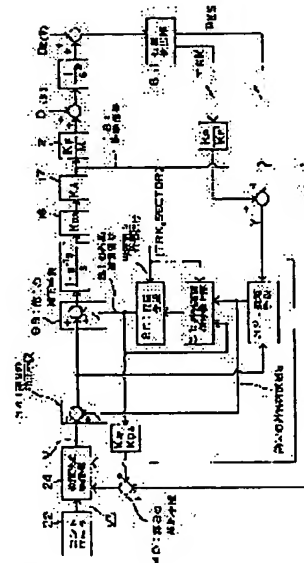
(71)Applicant : HITACHI LTD  
(72)Inventor : HAMADA YOSUKE  
SAITO SHIGEYOSHI

## (54) DISK STORAGE DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve accuracy of positioning and to shorten an access time by canceling the effect of disturbance and vibration even when disturbance and vibration effect a positioning control system.

**CONSTITUTION:** A disturbance compensation signal correcting section 31 stores a signal in which a first disturbance compensation signal is added to a second disturbance compensation signal in a storage device 30 in accordance with a position of a head 1 on a disk 4. Consequently, a new first disturbance compensation signal reducing periodic disturbance can be made. Further, the first disturbance compensation signal is added by a first compensation device 33, when the second disturbance compensation signal is added by a second compensation device 34 in a state where disturbance is reduced, reduced periodic disturbance can be further reduced. The disturbance compensation signal correcting section stores a signal in which the first disturbance compensation signal is added to the second disturbance compensation signal as a new first disturbance compensation signal. By repeating this operation the ability for suppressing disturbance can be gradually improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3089517

[Date of registration] 21.07.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

K4

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-267211

(43)公開日 平成 6 年(1994) 9月22日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 21/10		A 8425-5D		
21/08		H 8425-5D		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

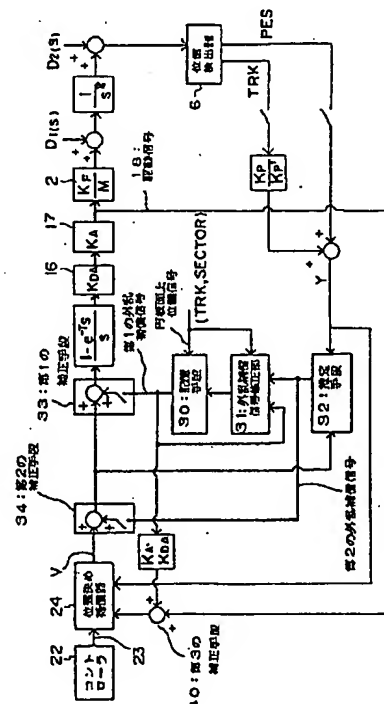
(21)出願番号	特願平5-55767	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地
(22)出願日	平成 5 年(1993) 3 月16日	(72)発明者	浜田 洋介 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72)発明者	斉藤 茂芳 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所ストレージシステム事業部内
		(74)代理人	弁理士 鶴沼 辰之

(54)【発明の名称】 ディスク記憶装置

(57)【要約】

【目的】 ヘッド位置決め制御系に作用する外乱を打ち消して、ヘッドを高速・高精度に移動・位置決めすることが可能なディスク記憶装置を提供する。

【構成】 外乱を打ち消すための第1の外乱補償信号を駆動回路17の入力信号に加算して補正する第1の補正手段33と、第1の外乱補償信号を記憶し出力する記憶手段30と、補償しきれずに残った外乱を打ち消すための第2の外乱補償信号を位置決め補償信号に加算して補正する第2の補正手段34と、第2の外乱補償信号を推定する推定手段32と、第1の外乱補償信号と第2の外乱補償信号を加算した信号を新たな第1の外乱補償信号として記憶手段30に記憶する外乱補償信号修正部31を設けた。更に、駆動信号を積分する速度推定手段を有する位置決め補償器において、駆動信号に代えて駆動信号から第1の外乱補償信号を減算して補正する第3の補正手段40を設けた。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円板上に記録された円板の半径方向位置と周方向位置を表わすサーボ信号を読みだすヘッドと、前記サーボ信号から前記ヘッドの位置を表す位置信号を発生する位置検出器と、前記ヘッドが固定されたアクチュエータを駆動する駆動信号を入力信号に応じて出力する駆動回路と、前記位置信号を目標位置に一致させるように位置決め補償信号を演算して前記駆動回路に出力する位置決め補償器とを具備したディスク記憶装置において、

前記ヘッドの位置決め制御系に加わる周期的外乱を打ち消す第1の外乱補償信号を前記駆動回路の入力信号に加算して補正する第1の補正手段と、前記第1の外乱補償信号を記憶し、前記位置信号に応じて出力する記憶手段と、前記第1の外乱補償信号で打ち消せずに残った外乱を打ち消す第2の外乱補償信号を前記位置決め補償信号に加算して補正する第2の補正手段と、前記第2の補正手段の出力と前記位置信号の関数として前記第2の外乱補償信号を推定する推定手段と、前記第1の外乱補償信号と前記第2の外乱補償信号を加算した信号を作成し、新たな第1の外乱補償信号として前記位置信号に応じて前記記憶手段に記憶する外乱補償信号修正部とを設けたことを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項2】 前記位置決め補償器は前記駆動信号と前記位置信号の関数として速度信号を推定する速度信号推定手段を備えるとともに、前記駆動信号から前記第1の外乱補償信号に比例した信号を減算する第3の補正手段を設け、前記駆動信号の代わりに前記減算した信号を前記速度信号推定手段に入力することを特徴とする請求項1記載のディスク記憶装置。

【請求項3】 回転駆動される複数の円板と、前記円板上に記録された円板の半径方向位置と周方向位置を表わすサーボ信号を読みだすヘッドと、前記サーボ信号から前記ヘッドの位置を表す位置信号を発生する位置検出器と、前記ヘッドが固定されたアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動する駆動信号を入力信号に応じて出力する駆動回路と、前記位置信号を目標位置に一致させるように位置決め補償信号を演算して前記駆動回路に出力する位置決め補償器とからなるヘッド位置決めサーボ機構と、前記サーボ機構を制御するコントローラとを具備したディスク記憶装置において、前記ヘッドの位置決め制御系に加わる周期的外乱を打ち消す第1の外乱補償信号を前記駆動回路の入力信号に加算して補正する第1の補正手段と、前記第1の外乱補償信号を記憶し、前記位置信号に応じて出力する記憶手段と、前記第1の外乱補償信号で打ち消せずに残った外乱を打ち消す第2の外乱補償信号を前記位置決め補償信号に加算して補正する第2の補正手段と、前記第2の補正手段の出力と前記位置信号の関数として前記第2の外乱補償信号を推定する推定手段と、前記第1の外乱補償信

2

号と前記第2の外乱補償信号を加算した信号を作成し、新たな第1の外乱補償信号として前記位置信号に応じて前記記憶手段に記憶する外乱補償信号修正部とを設け、前記外乱補償信号修正部は、所定時に、所定トラックにヘッドが位置決めされているときに、前記記憶手段に記憶されている前記第1の外乱補償信号を更新し、この更新した第1の外乱補償信号を用いて前記第1の補正手段が補正動作を行うことを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項4】 回転駆動される複数の円板と、前記円板上に記録された円板の半径方向位置と周方向位置を表わすサーボ信号を読みだすヘッドと、前記サーボ信号から前記ヘッドの位置を表す位置信号を発生する位置検出器と、前記ヘッドが固定されたアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動する駆動信号を入力信号に応じて出力する駆動回路と、前記位置信号を目標位置に一致させるように位置決め補償信号を演算して前記駆動回路に出力する位置決め補償器とからなるヘッド位置決めサーボ機構と、前記サーボ機構を制御するコントローラとを具備したディスク記憶装置において、前記ヘッドの位置決め制御系に加わる周期的外乱を打ち消す第1の外乱補償信号を前記駆動回路の入力信号に加算して補正する第1の補正手段と、前記第1の外乱補償信号を記憶し、前記位置信号に応じて出力する記憶手段と、前記第1の外乱補償信号で打ち消せずに残った外乱を打ち消す第2の外乱補償信号を前記位置決め補償信号に加算して補正する第2の補正手段と、前記第2の補正手段の出力と前記位置信号の関数として前記第2の外乱補償信号を推定する推定手段と、前記第1の外乱補償信号と前記第2の外乱補償信号を加算した信号を作成し、新たな第1の外乱補償信号として前記位置信号に応じて前記記憶手段に記憶する外乱補償信号修正部とを設け、前記外乱補償信号修正部は、所定時に、所定トラックにヘッドが位置決めされているときに、前記記憶手段に記憶されている前記第1の外乱補償信号を更新し、この更新した第1の外乱補償信号を用いて前記第1の補正手段が補正動作を行うとともに、前記第2の補正手段が前記第2の外乱補償信号を用いて補正動作を行うことを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項5】 回転駆動される複数の円板と、前記円板上に記録された円板の半径方向位置と周方向位置を表わすサーボ信号を読みだすヘッドと、前記サーボ信号から前記ヘッドの位置を表す位置信号を発生する位置検出器と、前記ヘッドが固定されたアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動する駆動信号を入力信号に応じて出力する駆動回路と、前記駆動信号と前記位置信号の関数として前記ヘッドの速度信号を推定する速度信号推定手段を有し、前記位置信号を目標位置に一致させるように位置決め補償信号を演算して前記駆動回路に出力する位置決め補償器とからなるヘッド位置決めサーボ機構と、前記サーボ機構を制御するコントローラとを具備したデ

ィスク記憶装置において、

前記ヘッドの位置決め制御系に加わる周期的外乱を打ち消す第1の外乱補償信号を前記駆動回路の入力信号に加算して補正する第1の補正手段と、前記第1の外乱補償信号を記憶し、前記位置信号に応じて出力する記憶手段と、前記第1の外乱補償信号で打ち消せずに残った外乱を打ち消す第2の外乱補償信号を前記位置決め補償信号に加算して補正する第2の補正手段と、前記第2の補正手段の出力と前記位置信号の関数として前記第2の外乱補償信号を推定する推定手段と、前記第1の外乱補償信号と前記第2の外乱補償信号を加算した信号を作成し、新たな第1の外乱補償信号として前記位置信号に応じて前記記憶手段に記憶する外乱補償信号修正部と、前記駆動信号から前記新たな第1の外乱補償信号を減算して補正する第3の補正手段とを設け、  
前記外乱補償信号修正部は、所定時に、所定トラックにヘッドが位置決めされているときに、前記記憶手段に記憶されている前記第1の外乱補償信号を更新し、この更新した第1の外乱補償信号を用いて前記第1の補正手段が補正動作を行うとともに、前記駆動信号の代わりに、前記第3の補正手段の出力信号を前記速度信号推定手段への入力信号として入力して補正することを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項6】 回転駆動される複数の円板と、前記円板上に記録された円板の半径方向位置と周方向位置を表わすサーボ信号を読み出すヘッドと、前記サーボ信号から前記ヘッドの位置を表す位置信号を発生する位置検出器と、前記ヘッドが固定されたアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動する駆動信号を入力信号に応じて出力する駆動回路と、前記駆動信号と前記位置信号の関数として前記ヘッドの速度信号を推定する速度信号推定手段とを有し、前記位置信号を目標位置に一致させるように位置決め補償信号を演算して前記駆動回路に出力する位置決め補償器とからなるヘッド位置決めサーボ機構と、前記サーボ機構を制御するコントローラとを具備したディスク記憶装置において、

前記ヘッドの位置決め制御系に加わる周期的外乱を打ち消す第1の外乱補償信号を前記駆動回路の入力信号に加算して補正する第1の補正手段と、前記第1の外乱補償信号を記憶し、前記位置信号に応じて出力する記憶手段と、前記第1の外乱補償信号で打ち消せずに残った外乱を打ち消す第2の外乱補償信号を前記位置決め補償信号に加算して補正する第2の補正手段と、前記第2の補正手段の出力と前記位置信号の関数として前記第2の外乱補償信号を推定する推定手段と、前記第1の外乱補償信号と前記第2の外乱補償信号を加算した信号を作成し、新たな第1の外乱補償信号として前記位置信号に応じて前記記憶手段に記憶する外乱補償信号修正部と、前記駆動信号から前記新たな第1の外乱補償信号を減算して補正する第3の補正手段とを設け、

前記外乱補償信号修正部は、所定時に、所定トラックにヘッドが位置決めされているときに、前記記憶手段に記憶されている前記第1の外乱補償信号を更新し、この更新した第1の外乱補償信号を用いて前記第1の補正手段が補正動作を行うとともに、前記第2の補正手段が前記第2の外乱補償信号を用いて補正動作を行い、かつ、前記駆動信号の代わりに、前記第3の補正手段の出力信号を前記速度信号推定手段への入力信号として入力して補正することを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項7】 前記外乱補償信号修正部は、前記第1の外乱補償信号の更新を複数回行うことを特徴とする請求項3、4、5、又は6記載のディスク記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気ディスク装置や光ディスク装置等のディスク記憶装置に係り、特に、ヘッド位置決め制御系に作用する外乱を打ち消す信号を演算・記憶し、これを駆動回路への入力信号の一部とすることで、外乱を抑制し、ヘッド位置決め精度の向上とヘッド位置決め時間の短縮を図ることができるディスク記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の磁気ディスク装置は、円板の回転数の上昇に伴い、磁気ヘッドが浮上する方式が一般的であり、データ記憶エリアの保護のために、起動および停止時には、ヘッドをデータエリアの外に位置付けする必要がある。一般には、リトラクトバネと呼ばれるバネでアクチュエータを一方に押しつけたり、アクチュエータの自重でヘッドを非データエリアに退避させる方式が採られている。このバネ力やアクチュエータ自身の自重といった外乱は、ヘッド位置決め制御系に与える影響が大きく、定常位置偏差や、移動方向の違いによる過渡応答のばらつきをもたらす。

【0003】また、円板の回転中心と重心が不一致のため、円板が回転周波数で振動し、この振動が位置信号に外乱として作用し、位置決め精度を劣化させている。また、ヘッドを目標トラックまで移動させる制御系として速度制御系が用いられ、速度検出器として位置信号と駆動信号から速度信号を推定する方式を用いている場合、円板振動の外乱が検出誤差をもたらす、速度制御系の応答にばらつきを発生させるという問題があった。

【0004】また、従来の光ディスク装置では、ヘッドを移動位置決めするために、大きな距離を移動させるためのコースアクチュエータと、コースアクチュエータの先に微小な位置決めを行うためのファインアクチュエータが用意されており、ヘッドはファインアクチュエータ上に搭載されている。微小な位置決めを行うには、ファインアクチュエータが動作している必要があるが、ファインアクチュエータのストロークに比べて円板の偏心が大きい場合は、ファインアクチュエータによる位置決め

が不能になり、位置決め精度が低下するという問題があった。

【0005】従来の外乱補償方法としては、特公平1-43378号公報の記載のように、推定速度信号と速度信号の誤差信号をフィードバックして、電力増幅器の入力に外乱打ち消し信号として加算することにより補償する方法が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ディスク記憶装置の大容量化と高速化に伴って、トラック間の狭小化、アクチュエータの軽量化が著しいが、この結果、外乱の影響は益々無視できなくなってきた。ディスク記憶装置では、円板の回転中心と重心が一致していないとき、円板は偏心する。そこで、外乱を抑制することが必要となる。この外乱を従来の閉ループ系の応答周波数を増大することで抑制することは、ヘッド支持機構系の共振特性から限界がある。

【0007】外乱を推定し抑制する方法として、上記従来技術である特公平1-43378号公報は、検出速度信号と推定速度信号の誤差を増幅してフィードバックする手法である。上記従来技術では、速度信号として、高周波数のノイズを含んだ位置信号を微分した信号を用いるため、速度信号のS/Nが低下する。このため、位置微分回路の周波数帯域を高くすることができず、高周波の外乱及び振動を抑制することができないという問題がある。また、上記従来技術のように、推定誤差をフィードバックする手法で、外乱の抑圧効果を上げようとすると、外乱推定器の推定帯域を上げるため、高周波数のノイズや振動に対する感度が高くなり不安定になるため、必ずしも良好な外乱補償の効果が得られない。

【0008】本発明の目的は、これらの問題を改善し、フィードバック補償に伴う遅れを低減化し、かつ、ノイズを含んだ位置信号に対しても安定性を確保しながら、外乱を抑制して高精度なヘッド位置決めとアクセス時間の短縮を図り、さらに、外乱による位置決め動作のばらつきを低減化することが可能なディスク記憶装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明のディスク記憶装置は、円板上に記録された円板の半径方向位置と周方向位置を表わすサーボ信号を読みだすヘッドと、前記サーボ信号から前記ヘッドの位置を表す位置信号を発生する位置検出器と、前記ヘッドが固定されたアクチュエータを駆動する駆動信号を入力信号に応じて出力する駆動回路と、前記位置信号を目標位置に一致させるように位置決め補償信号を演算して前記駆動回路に出力する位置決め補償器とを具備したディスク記憶装置において、前記ヘッドの位置決め制御系に加わる周期的外乱を打ち消す第1の外乱補償信号を前記駆動回路の入力信号に加算して補正する第1の補正手段

と、前記第1の外乱補償信号を記憶し、前記位置信号に応じて出力する記憶手段と、前記第1の外乱補償信号で打ち消せずに残った外乱を打ち消す第2の外乱補償信号を前記位置決め補償信号に加算して補正する第2の補正手段と、前記第2の補正手段の出力と前記位置信号の関数として前記第2の外乱補償信号を推定する推定手段と、前記第1の外乱補償信号と前記第2の外乱補償信号を加算した信号を作成し、新たな第1の外乱補償信号として前記位置信号に応じて前記記憶手段に記憶する外乱補償信号修正部とを設けたことを特徴とするものである。

【0010】また、前記駆動信号と前記位置信号の関数として速度信号を推定する速度信号推定手段を有する位置決め補償器から成るディスク記憶装置において、前記駆動信号から第1の外乱補償信号に比例した信号を減算する第3の補正手段を設け、駆動信号の代わりに、減算した信号を速度推定手段に入力することにより、外乱による速度推定誤差を低減化し、外乱による応答のばらつきを減らすことが可能になる。

【0011】

【作用】上記構成によれば、外乱を打ち消す第2の外乱補償信号を推定する推定手段を、たとえば、ヘッドの推定位置信号と推定速度信号を演算し、さらに、位置信号と推定位置信号の誤差を増幅する部分から構成する。外乱が、位置決め制御系に作用していないとき、位置信号と推定位置信号は一致する。しかし、外乱が、位置決め制御系に作用しているとき、位置信号と推定位置信号とは誤差を生じる。この誤差が生じたのは、外乱が作用しているためであり、この位置信号と推定位置信号との差である推定位置誤差信号を増幅した第2の外乱補償信号は、外乱を打ち消すのに必要な信号を生成することができる。

【0012】電源投入直後、記憶手段に記憶されている第1の外乱補償信号は、ゼロであるので、第2の外乱補償信号は、ヘッド位置決め制御系に作用する外乱を打ち消そうとする。また、このとき、外乱補償信号修正部は、第1の外乱補償信号と第2の外乱補償信号を加算した信号を、円板面上のヘッド位置に応じて、記憶手段に記憶する。この結果、記憶手段には、周期的外乱を低減する新たな第1の外乱補償信号を作成することができる。(1度目の外乱補償テーブル修正)さらに、作成された第1の外乱補償信号を第1の補正手段により加算して、外乱を低減した状態で、第2の補正手段が、第2の外乱補償信号を加算すると、低減された周期外乱をさらに低減することができる。外乱補償信号修正部は、第1の外乱補償信号と第2の外乱補償信号を加算した信号を新たな第1の外乱補償信号として記憶手段に記憶する。

(2度目の外乱補償テーブル修正)2度目に作成された外乱補償テーブルは、1度目の外乱補償テーブルに比べ、外乱の抑制能力が2倍になる。この動作を繰り返す

と、外乱の抑制能力を次第に向上させることが可能になる。

【0013】以上の動作を円板面上の代表トラックにおいて複数回行った後、記憶手段に記憶された所定トラックについての第1の外乱補償信号から、記憶されていないトラックの第1の外乱補償信号を補間することによって、全トラックの第1の外乱補償信号を求め、記憶手段に記憶する。

【0014】その後の動作は、記憶手段は記憶された第1の外乱補償信号を、円板面上のヘッド位置に応じて出力し、第1の補正手段は、この信号を駆動回路の入力信号に加算して補正することで、外乱を打ち消して、位置決め精度の向上とアクセス時間の短縮を図ることができる。また、その後の動作として、第1の補正手段だけでなく、第2の補正手段も動作させて、さらに位置決め精度の向上を図ることもできる。

【0015】上記動作は、ディスク記憶装置の電源投入直後あるいは電源投入直後とその後の所定時間毎に外乱補償信号修正部で得られた第1の外乱補償信号を記憶手段に記憶し、記憶手段に記憶された外乱補償信号が更新されるまでの間は、記憶された外乱補償信号を用いて補正動作を行う。これにより、推定手段の演算速度が遅い場合でも、安定な補正動作を行うことができる。補正動作を行うことにより、外乱や振動を打ち消して、位置決め精度の向上とアクセス時間の短縮を図ることができる。

【0016】また、位置信号の微分信号にローパスフィルタを通した信号と駆動信号の積分信号にハイパスフィルタを通した信号を合成して速度信号を推定する速度推定手段を有する位置決め補償器では、外乱により、位置信号に外乱が含まれているため、速度推定結果も誤差を生じる。本発明のディスク記憶装置では、第3の補正手段を設け、速度推定手段に入力される駆動信号に代わって、駆動信号から外乱補償信号を減算した信号を、速度推定手段に入力する。この補正動作により、速度推定手段は、外乱の影響を受けなくなり、位置決め制御系の応答のばらつきを低減化することが可能になる。

【0017】

【実施例】以下、本発明のいくつかの実施例を、図面を参照して説明する。

〈第1実施例〉請求項1～4記載の本発明の一実施例を、図面により詳細に説明する。図1は、本発明の一実施例を示す磁気ディスク装置の位置決め制御系をデジタル制御系で実現したときのハードウェア構成を示したブロック線図である。図1では、アクチュエータとしてボイスコイルモータ（VCM）2を用いている。VCM 2は、スピンドルモータ3により回転駆動される円板4上の任意のトラックまでヘッド1を円板半径方向に移動位置決めすることが可能である。これらの構成要素は、\*

\* 全てベース5上に搭載されている。位置検出器6は、アンプ7、復調回路8から構成されている。

【0018】円板4上には、サーボ信号が記録されており、ヘッド1で読みだされたサーボ信号は、アンプ7で増幅され、復調回路8に送られる。復調回路8は、位置信号として、最近接トラック中心までの位置誤差を表す位置誤差信号（PES）9aと、半径方向位置信号（TRK）9bと、周方向位置信号（SECTOR）9cを出力している。復調回路8では、主位置誤差信号PES N（図示せず）と90度位相の異なる副位置誤差信号PES Q（図示せず）を作成し、PES NとPES Qからヘッド位置に応じて極性の整った位置誤差信号（PES）9aを作成し出力する。半径方向位置信号（TRK）9bは、ヘッドの円板半径方向絶対位置を表すトラック番号で表したデジタル信号である。これらの信号PES N、PES Q、PES、TRKの関係を図2に示す。周方向位置信号9cは、ヘッドの円板周方向に対する位置をデジタル信号で表したセクタ番号である。半径方向位置信号と周方向位置信号を解かりやすく表現すると、図3のようになる。

【0019】本発明を実現する手段は、たとえば、CPU 10と、メモリーであるROM（Read Only Memory）11と、RAM（Random Access Memory）12と、それらを結合するためのバス13から構成されるマイクロコンピュータシステム14と、デジタル操作信号を保持するためのデジタル出力回路（DOC）15と、デジタル操作信号を操作信号に変換するためのDA変換器（DAC）16と、駆動信号18をデジタル駆動信号に変換するための第1のAD変換器（ADC）19と、位置誤差信号（PES）9aをデジタル位置誤差信号に変換するための第2のAD変換器（ADC）20と、半径方向位置信号（TRK）9b、周方向位置信号（SECTOR）9c及びデジタル駆動信号及びデジタル位置誤差信号をマイクロコンピュータシステムに読み込むためのデジタル入力回路（DIC）21から構成される。

【0020】図1のデジタル制御系では、位置誤差信号（PES）9aと半径方向位置信号（TRK）9bから位置信号Yを、マイクロコンピュータ内のソフトウェアで作成する。そこで、ソフトウェアにより、実現される信号処理の流れを説明するために、図4の制御系ブロック線図を用いて説明する。ヘッド位置から位置誤差信号（PES）9aまでの検出ゲインをK<sub>p</sub>、ヘッド位置から半径方向位置信号（TRK）9bまでの検出ゲインをK<sub>p</sub>' とすると、位置信号Yは、数式（1）のように計算される。

【0021】

【数1】

$$Y = PES + K_p * TRK / K_p' \quad \dots\dots (1)$$



【0022】コントローラ22が移動コマンド23を位置決め補償器24に発行すると、位置決め補償器24は、位置信号Yをコントローラから与えられた目標位置信号に一致させるように位置決め補償信号Vを演算し出力する。位置決め補償信号Vの演算方法は、たとえば、MEE & DANIEL の MAGNETIC RECORDING Vol. 2 (McGraw-Hill Book Company) の53頁〜84頁記載のように、位置誤差信号9a、半径方向位置信号9bと駆動信号18をもとに、ヘッド1が目標トラックの近くに到達するまでは速度制御系により演算し、目標トラックの近くになってからは位置制御系により演算する方法がある。一般に、磁気ディスク装置では、位置偏差が大きいときに大きな距離を移動する動作をシーク動作、位置偏差の小さいときに位置制御する動作をフォロイング\*

$$H_{zon}(s) = \{1 - \exp(-sT)\} / s \quad \cdots \cdots (2)$$

【0025】駆動回路17の電圧電流変換ゲインをKA(A/V)、VCM2の力定数をKF(N/A)、ヘッド1を搭載した可動部の質量をM(kg)、また、外乱として、加速度外乱D<sub>1</sub>と位置外乱(振動)D<sub>2</sub>が加わっているものとしている。

【0026】本実施例の記憶手段30、外乱補償信号修正部31、推定手段32、第1の補正手段33、第2の補正手段34は、電源投入直後、以下のように動作する。

【0027】ある代表トラックにヘッドを移動させ、フォロイングさせた後、記憶手段30に記憶されている第1の外乱補償信号を出力する。同時に、第1の補正手段33と推定手段32の動作も行う。電源投入直後は、記憶手段30に記憶されている第1の外乱補償信号はゼロである。すなわち、推定手段32で推定される第2の外乱補償信号は、制御対象に作用する外乱そのものを打ち消そうとする。このとき、外乱補償信号修正部31は、第1の外乱補償信号と第2の外乱補償信号を加算した信号を、円板面ヘッド位置(TRK, SECTOR)に応じて記憶手段30に記憶する。記憶する際は、第1の外乱補償信号と第2の外乱補償信号を加算した信号をそのまま記憶手段30に記憶してもよいが、ローパスフィルタを通し、非再現なノイズや振動の影響を低減してから、記憶手段30に記憶したほうが、より効果的である。外乱補償信号修正部31による第1の外乱補償信号の更新が終了したら、推定手段32と外乱補償信号修正部31の動作をやめる(ステップ1)。

【0028】次に、記憶手段30に記憶された第1の外乱補償信号を円板面上ヘッド位置(TRK, SECTOR)に応じて記憶手段30から出力し、第1の補正手段33で補正動作を行い、制御対象に作用している周期的外乱を打ち消す。この結果、ディスク偏心による回転同期振動を低減できる。この状態で、推定手段32を動作

\*動作という。また、位置決め補償器を実現する手段は、アナログ制御系であってもよいし、デジタル制御系であってもかまわない。以下、本発明の動作は、デジタル制御系を用いた場合の説明である。

【0023】図4のブロック線図は、マイクロコンピュータシステム内の信号の流れを表した離散時間系のブロック線図である。ただし、制御対象の部分は、連続時間系の伝達関数として表現した。sはラプラス演算子、Tはデジタル制御系のサンプル周期(秒)を表す。また、DA変換器(DAC)16のモデルをゼロ次ホールド特性(数式(2))と、ゲインK<sub>DA</sub>(V/カウント)で表している。

【0024】

【数2】

させると、第1の外乱補償信号により、制御対象に作用している外乱が、見かけ上、小さくなっているため、推定手段32では、第1の外乱補償信号で補償しきれなかった外乱を打ち消そうと動作する。このとき、外乱補償信号修正部31は、第1の外乱補償信号と第2の外乱補償信号を加算した信号を、円板面上ヘッド位置(TRK, SECTOR)に応じて記憶手段30に記憶する。記憶する際は、第1の外乱補償信号と第2の外乱補償信号を加算した信号をそのまま記憶手段30に記憶してもよいが、ローパスフィルタを通し、非再現なノイズや振動を低減してから、記憶手段30に記憶したほうが、より効果的である。外乱補償信号修正部31による第1の外乱補償信号の更新が終了したら、推定手段32と外乱補償信号修正部31の動作をやめる(ステップ2)。

【0029】ステップ2の動作を繰り返す。この結果、周期的外乱を打ち消す効果が次第に増してくる。ステップ2では、ステップ1での外乱の打ち消しの効果の倍の効果が得られ、ステップ2を繰り返すと、それが、3倍、4倍と打ち消しの効果が向上していく。そして、ステップ2の繰り返しを適当な回数のところまでやめる(ステップ3)。

【0030】新たな代表トラックにヘッドを移動させ、ステップ1からステップ3を繰り返す(ステップ4)。

【0031】代表トラックとして選択されなかったトラックの第1の外乱補償信号を、代表トラックについての第1の外乱補償信号データから補間して求める。補間方法は、代表トラックのうち、近いものを2つ選んで、1次補間したり、近いものを3つ選んで、2次補間して計算で求める方法が考えられる。もっとも簡単な補間方法は、0次補間、すなわち、1つの代表トラックの第1の外乱補償信号データを、他のトラックについても、そのまま用いる方式である(ステップ5)。

【0032】第1の補正手段33を動作させながら、シ

ーク制御およびフォロイング制御を行う。これにより、回転に同期した周期的外乱を低減することが可能になる。また、このとき、推定手段32と第2の補正手段34も動作させることにより、回転とは非同期な振動等の外乱も打ち消すことも可能である（ステップ6）。

【0033】次に、推定手段32の動作を図5のブロック線図を用いて、より詳細に説明する。推定手段32の出力信号である第2の外乱補償信号 $W_2$ は、外乱を打ち

$$\langle \langle T \rangle \rangle = Y - \langle T \rangle$$

【0036】さらに、数式(4)で示されるように、デジタル推定誤差信号 $\langle \langle Y \rangle \rangle$ にゲインHを乗じた値を、第2の外乱補償信号 $W_2$ に記憶し、出力する。

$$W_2 = H * \langle \langle T \rangle \rangle \quad \dots\dots (4)$$

【0038】さらに、次のサンプルに備え、数式(5)で表される推定位置信号を計算し、変数 $\langle X_1 \rangle$ に記憶する。

$$\langle X_1 \rangle = \langle X_1 \rangle + T * \langle X_2 \rangle + g_1 * U + l_1 * \langle \langle Y \rangle \rangle \quad \dots\dots (5)$$

【0040】さらに、数式(6)で表される推定速度信号を計算し、変数 $\langle X_2 \rangle$ に記憶する。

$$\langle X_2 \rangle = \langle X_2 \rangle + g_2 * U + l_2 * \langle \langle Y \rangle \rangle \quad \dots\dots (6)$$

【0042】さらに、数式(7)で表される推定位置信号を計算し、変数 $\langle Y \rangle$ に記憶する。

$$\langle Y \rangle = K_2 * \langle X_1 \rangle \quad \dots\dots (7)$$

【0044】推定手段32は、以上の数式(3)から数式(7)の処理演算をT秒間隔で繰り返し行う。

【0045】図5の中で、ゲイン $g_1$ 、 $g_2$ 、 $l_1$ 、 $l_2$ 、 $h$ は、信号Uから、位置信号Yまでの伝達関数モデルから作られた離散時間系の同次元オブザーバのゲイン

$$g_1 = K_1 * T^2 / 2 \quad \dots\dots (8)$$

【0047】

$$g_2 = K_1 * T \quad \dots\dots (9)$$

【0048】

$$l_1 = 2 \{ 1 - e^{-\zeta \omega T} \cos(\omega T \sqrt{1 - \zeta^2}) \} / K_2 \quad \dots\dots (10)$$

【0049】

$$l_2 = \{ 1 + e^{-2\zeta \omega T} - 2 e^{-\zeta \omega T} \cos(\omega T \sqrt{1 - \zeta^2}) \} / T K_2 \quad \dots\dots (11)$$

【0050】

$$h = -l_2 / (K_2 * T) \quad \dots\dots (12)$$

【0051】図5は、デジタル制御系において実現される推定手段32を示すためのブロック線図であるが、理想的なアナログ制御系における推定手段は、図6のように表される。図6のアナログ制御系において、 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $H$ を数式(13)、数式(14)、数式(15)

$$L_1 = 2 \zeta \omega / K_2 \quad \dots\dots (13)$$

【0053】

\* 消そうとする信号であるが、この $W_2$ の導出方法を説明する。

【0034】数式(3)に示すように、数式(1)で示した位置信号を表す変数Yから推定位置信号を表す変数 $\langle Y \rangle$ を差し引いた値を計算し、この値を推定位置誤差信号を表す変数 $\langle \langle Y \rangle \rangle$ に記憶する。

【0035】

$$\dots\dots (3)$$

【0037】

【数4】

☆【0039】

【数5】

☆【0041】

【数6】

◇【0043】

【数7】

ンであり、数式(8)、数式(9)、数式(10)、数式(11)、数式(12)のように決定される。

【0046】

【数8】

※ ※【数9】

☆ ☆【数10】

☆ ☆【数11】

◇ ◇【数12】

\* とおくと、第2の外乱補償信号までの伝達特性は、数式(16)となり、 $\omega$ を十分大きくとると、外乱を打ち消すための信号となることがわかる。

【0052】

【数13】

50 【数14】



$$\begin{aligned}
 & L_2 = \omega^2 / K_2 \quad \dots\dots (14) \\
 & H = -L_2 / K_1 \quad \dots\dots (15) \\
 & W_2(s) = - \cdot \frac{D_1(s) + s^2 D_2(s)}{K_1} \cdot \frac{\omega^2}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2} \quad \dots\dots (16)
 \end{aligned}$$

【0056】図5の $g_1$ 、 $g_2$ 、 $l_1$ 、 $l_2$ は、図6の  
アナログで実現された同次元オブザーバを離散化して  
得られる。また、ディジタル制御系では、ゼロ次ホール  
ダの直流ゲインがTであるため、アナログで設計された  
Hの値に対して、ディジタル制御系のhは、Tで割った  
値となっている。

【0057】ここで、フォロイング制御系が動作してい  
るときで、従来制御系と本発明の制御系でその応答を比  
較する。図7のように従来フォロイング中に生じていた  
振動を、図8のように低減化し、位置決め精度の向上を  
図ることができる。

【0058】〈第2実施例〉請求項5～8記載の本発明  
の一実施例を図4の制御系ブロック線図を用いて説明す  
る。位置信号の微分信号にローパスフィルタを通した信  
号と駆動信号18の積分信号にハイパスフィルタを通し  
た信号を合成して速度信号を推定する速度推定手段を有  
する位置決め補償器では、外乱により、位置信号に外乱  
が含まれていたため、速度推定結果も誤差を生じる。円  
板4が偏心するディスク装置で、従来制御系で、一定ト  
ラック数を繰り返しシーク、フォロイングさせると、図  
9のように、シークからフォロイングに切り替わる際に  
位置誤差信号の応答にばらつきを生じるという問題があ  
った。これは、速度推定手段として、位置信号の微分  
値、すなわち、ヘッド・ディスク間の相対速度信号と、  
VCM電源の積分値、すなわち、ヘッド絶対速度信号を  
周波数帯域を分割して使用しているため、ディスクが偏  
心している場合、速度推定結果が誤差を生じ、図9のよ  
うなばらつきを生じていた。

【0059】しかし、第1の実施例と同様にして作成さ  
れた第1の外乱補償信号を第3の補正手段40に入力し  
て、外乱の影響を低減することが可能である。駆動信号  
18から第1の外乱補償信号に比例した信号を減算した  
信号を積分することで、速度推定手段の積分項が、ディ  
スク・ヘッド間相対速度信号を再生できるようにしてい  
る。この第3の補正手段40による補正動作補正と第1  
の補正手段33による補正動作を行いながら、シーク制  
御およびフォロイング制御を行う。これにより、速度推  
定手段は、外乱が存在していても、位置決め制御系の応  
答のばらつきを低減することが可能になる。このとき  
の、繰り返しシーク、フォロイングさせたときの応答波  
形を図10に示す。円板が偏心することにより、外乱が  
作用しているにもかかわらず、応答にばらつきは生じな

いことが、本発明では、可能なことがわかる。

【0060】また、シーク制御およびフォロイング制御  
を行っている間、推定手段32と第2の補正手段34も  
動作させることにより、回転とは非同期な振動等の外乱  
も打ち消すことも可能である。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、外乱や振動が位置決め  
制御系に作用した場合でも、その影響を打ち消すことが  
できるので、位置決め精度の向上とアクセス時間の短縮  
を図ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した磁気ディスク装置の位置決め  
制御系のハードウェア構成を示すブロック線図である。

【図2】磁気ディスク装置における位置信号の説明図で  
ある。

【図3】磁気ディスク装置における位置信号の説明図で  
ある。

【図4】本発明を適用した磁気ディスク装置の位置決め  
制御系のソフトウェア構成を示すブロック線図である。

【図5】ディジタル系の実施例の場合の推定手段32を  
説明するためのブロック線図である。

【図6】アナログ系の実施例の場合の推定手段32を説  
明するためのブロック線図である。

【図7】従来のヘッド位置決め制御系の応答波形例を示  
す図である。

【図8】本発明のヘッド位置決め制御系の応答波形例を  
示す図である。

【図9】従来のヘッド位置決め制御系の応答波形例を示  
す図である。

【図10】本発明のヘッド位置決め制御系の応答波形例  
を示す図である。

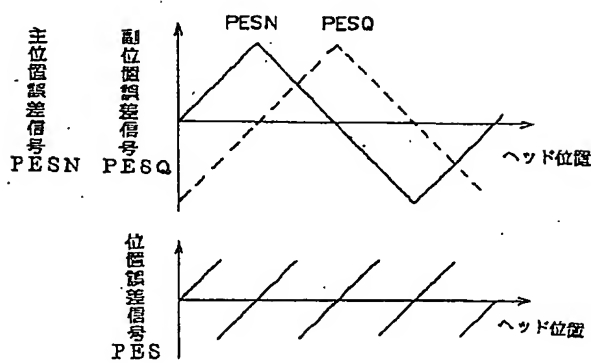
【符号の説明】

- 1 ヘッド
- 2 ボイスコイルモータ
- 3 スピンドルモータ
- 4 円板
- 5 ベース
- 6 位置検出器
- 7 アンブ
- 8 復調回路
- 9 a 位置誤差信号
- 9 b 半径方向位置信号

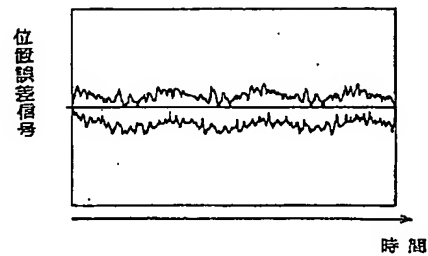
- 9c 周方向位置信号
- 10 CPU
- 11 ROM
- 12 RAM
- 13 バス
- 14 マイクロコンピュータシステム
- 15 デジタル出力回路
- 16 DA変換器
- 17 駆動回路
- 18 駆動信号
- 19 第1のAD変換器

- \* 20 第2のAD変換器
- 21 デジタル入力回路
- 22 コントローラ
- 23 コマンド
- 24 位置決め補償器
- 30 記憶手段
- 31 外乱補償信号修正部
- 32 推定手段
- 33 第1の補正手段
- 10 34 第2の補正手段
- \* 40 第3の補正手段

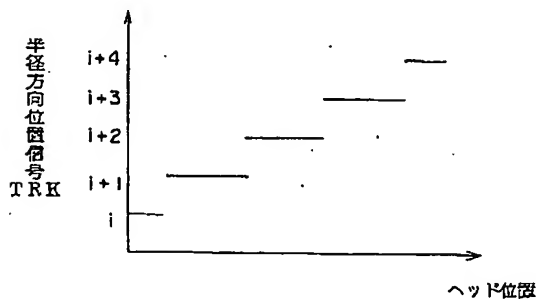
【図2】



【図7】



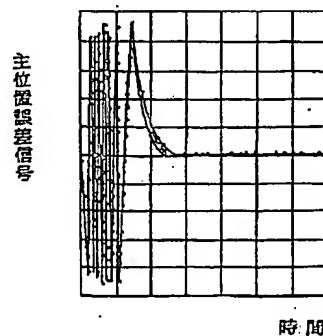
【図10】



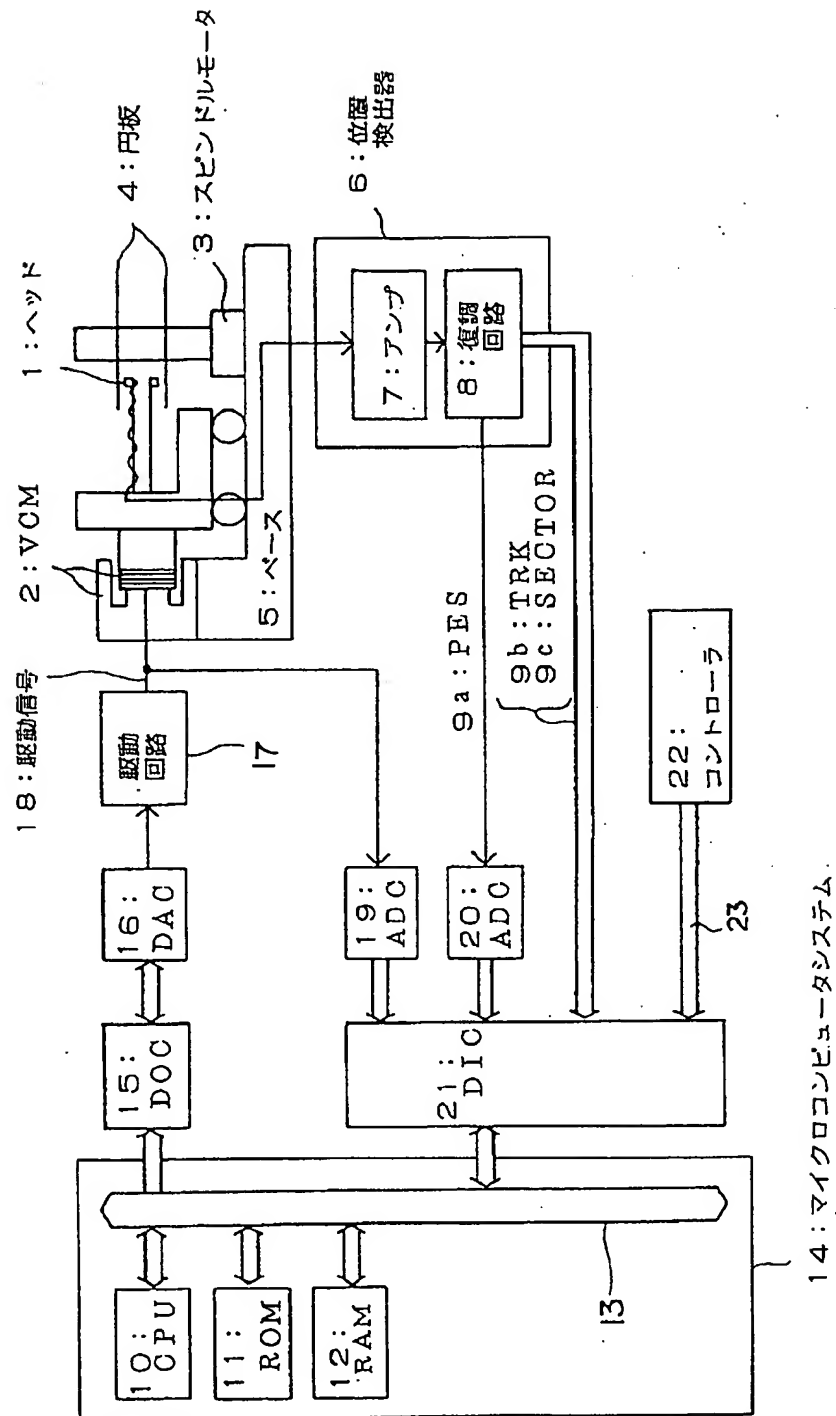
【図8】



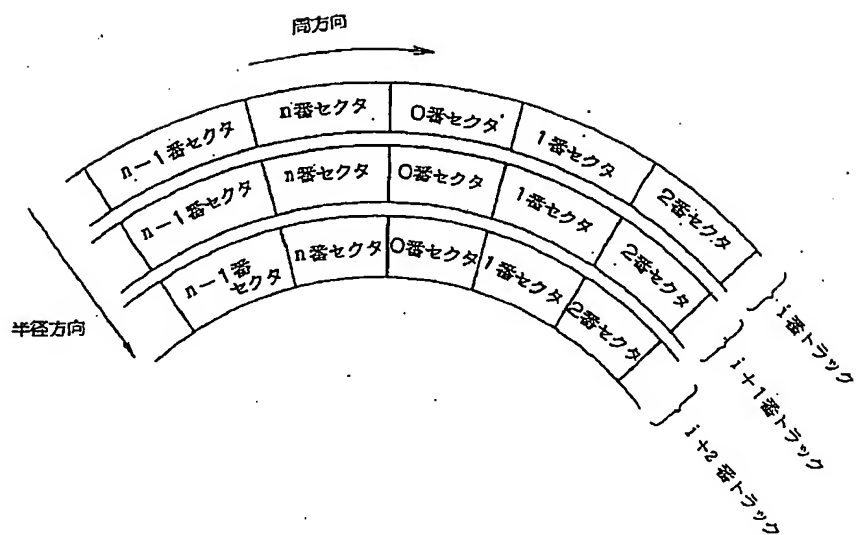
【図9】



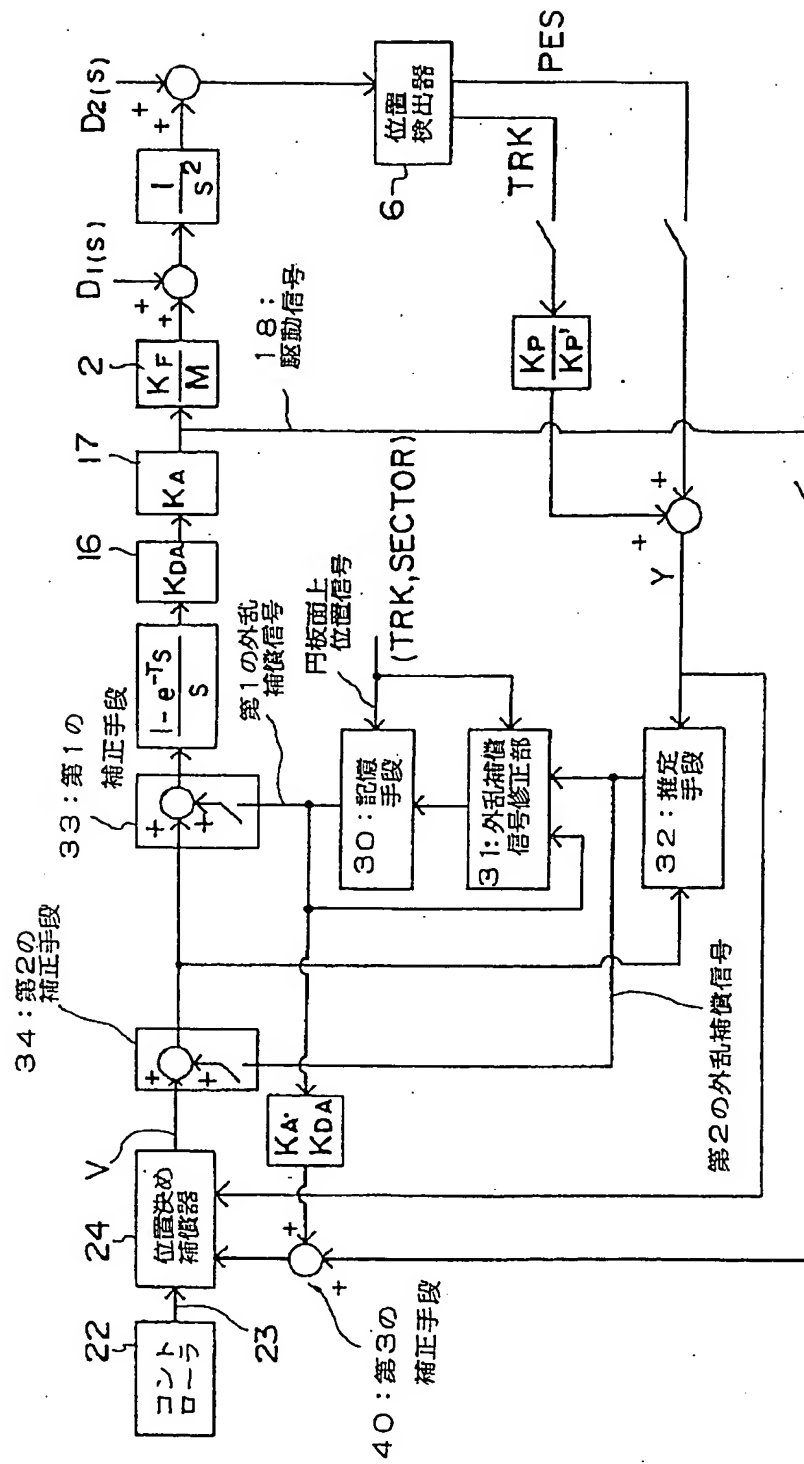
【図1】



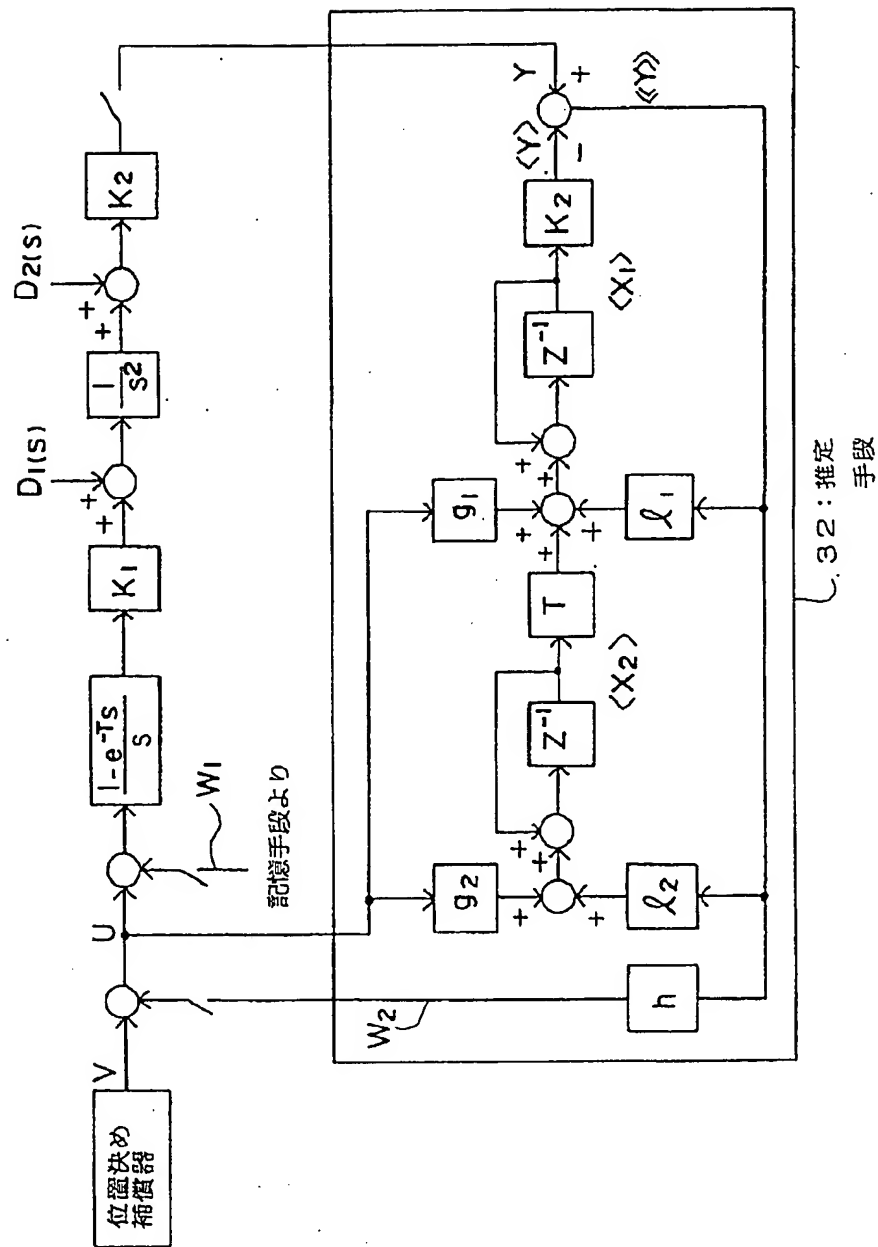
【図3】



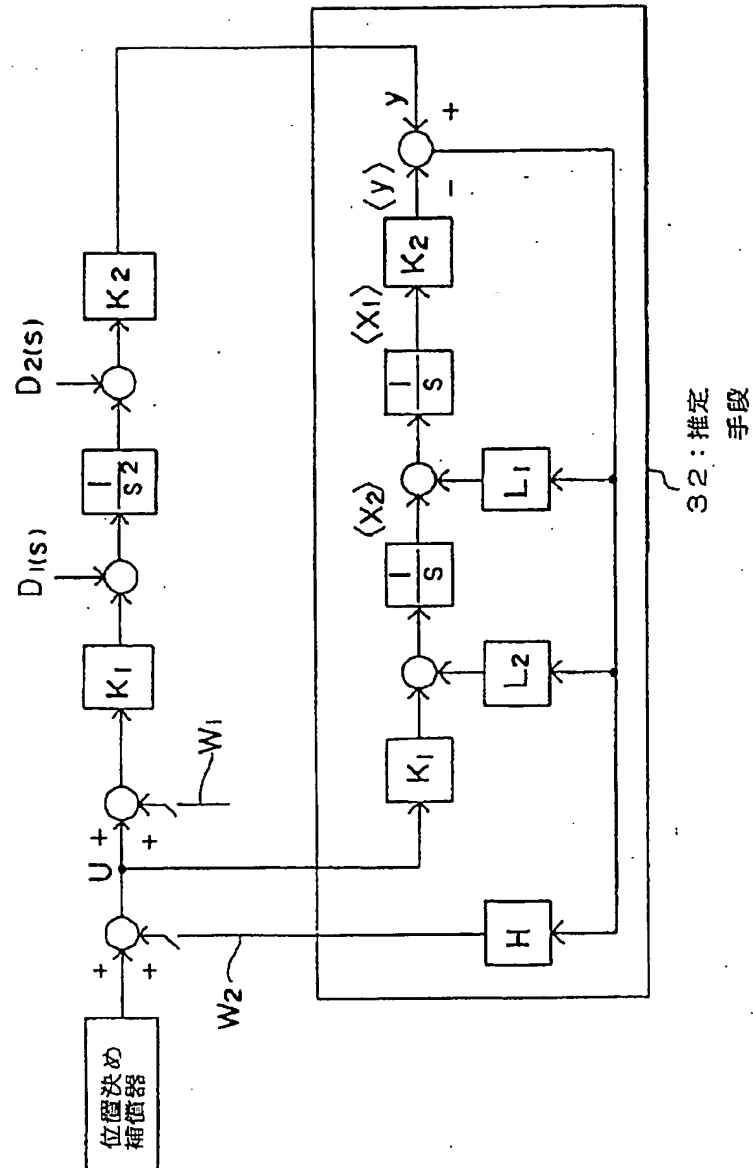
〔図4〕



〔図5〕



【図6】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**